

REC'D 10 SEP 2001

WIPO PCT

PCT/JP01/06232

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.07.01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-146044

出 願 人
Applicant(s):

日本精工株式会社

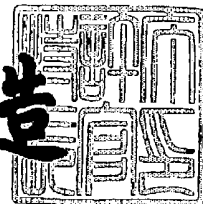
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3074874

【書類名】 特許願
【整理番号】 201038
【提出日】 平成13年 5月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16C 19/00
F16C 29/00
F16H 25/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 宇山 英幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

特2001-146044

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内方部材と、外方部材と、前記内方部材と前記外方部材との間に転動自在に配設された複数の転動体と、を備える転動装置において、前記内方部材及び前記外方部材の少なくとも一方を β 型又は $\alpha + \beta$ 型チタン合金で構成し、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と前記転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 を0.4～1.3としたことを特徴とする転動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受や直動案内装置等の転動装置に係り、特に、食品用機械、半導体製造装置、化学繊維製造機等のような水、海水、化学薬品、腐食性ガス等の腐食性環境下において使用される装置や、半導体製造装置、液晶製造装置、X線あるいは電子線を使用した計測装置等のような磁場を利用した装置あるいは非磁性が要求される環境下において使用される装置に好適に適用され、しかも、転動装置の使用環境温度が変化する場合でも好適に使用可能な特殊環境用の転動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、転がり軸受等の転動装置を構成する素材としては、主に高炭素クロム軸受鋼や肌焼鋼のような鉄鋼材料が一般的に使用されていた。また、近年、転動装置の使用環境は多様化しており、水、塩水、酸、アルカリ等の腐食性環境下で使用される場合もあるため、このような高い耐食性が要求される環境下で使用される場合には、素材としてステンレス鋼が使用されていた。

【0003】

しかしながら、近年、転動装置の使用環境がより過酷となっており、ステンレス鋼でも耐食性が不十分である場合がある。このような過酷な環境下でも使用可能な転がり軸受として、軌道輪がチタン合金で構成され、転動体がセラミッ

クスで構成された転がり軸受が、特開平 1 1 - 2 2 3 2 2 1 号公報に開示されている。

【0004】

また、半導体製造装置、液晶製造装置、X線あるいは電子線を使用した計測装置等のように、磁場を利用した装置や磁場によって測定精度が低下する装置が数多く使用されるようになってきている。このような装置に使用される転動装置には、回転によって周辺の磁場を乱すことがないように非磁性が要求されるので、非磁性ステンレス鋼やベリリウム鋼で構成された転動装置が使用されている。例えば、実用新案登録第 2 5 7 7 2 1 6 号には、内外輪がベリリウム鋼で構成され、転動体がセラミックスで構成された転がり軸受が開示されている。

【0005】

さらに、工作機械用転がり軸受のように高速回転が要求されるものは、軽量化及び焼付き防止のため、内外輪が高炭素クロム軸受鋼や S U S 4 4 0 C 等のマルテンサイト系ステンレス鋼で構成され、転動体が窒化ケイ素等のセラミックスで構成される場合がある。

さらに、ハードディスクドライブのスピンドルモーター用軸受等の O A 機器に使用される転がり軸受でも、摩耗や騒音の抑制のために、内外輪が高炭素クロム軸受鋼で構成され、転動体が窒化ケイ素等のセラミックスで構成される場合がある。

【0006】

上記のような特殊な環境下で使用される転動装置においては、内方部材、外方部材、及び転動体のそれぞれに使用環境に応じた材料を選択する必要がある、異種材料を使用することによって、使用環境に応じた良好な転動性能を発揮することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、転動装置を構成する各材料は、大きく物性が異なる場合がある。特に、線膨張係数は材料によって大きく異なり、転動装置が高温で 사용되는場合や転動装置を使用することによって温度が上昇するような場合には、内方部

材、外方部材と転動体との間の内部すきま、回転精度を得るための予圧、あるいは転動装置が嵌合される軸との嵌め合い応力が変動し、転動性能が低下する場合があった。

【0008】

そこで、本発明は、上記のような従来の転動装置の有する問題点を解決し、腐食性環境下、非磁性が要求される環境下等のような特殊環境下において好適に使用可能で、しかも、使用環境温度が変化する場合でも内部すきま、予圧、嵌め合い応力等の変動が小さく長寿命な転動装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の転動装置は、内方部材と、外方部材と、前記内方部材と前記外方部材との間に転動自在に配設された複数の転動体と、を備える転動装置において、前記内方部材及び前記外方部材の少なくとも一方を β 型又は $\alpha + \beta$ 型チタン合金で構成し、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と前記転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 を0.4～1.3としたことを特徴とする。なお、 β 型チタン合金には、near β 型チタン合金も含まれる。

【0010】

転動装置において接触する部材間（すなわち、内方部材と転動体間、外方部材と転動体間、あるいは軸と内方部材間）の線膨張係数の差が大きくなると、転動装置の温度変化に伴って、内方部材、外方部材と転動体との間の内部すきま、予圧、あるいは転動装置が嵌合される軸との嵌め合い応力に変動が生じて、転動装置の転動性能に大きな影響を及ぼすおそれがある。

【0011】

そこで、本発明においては、内方部材及び外方部材を構成するチタン合金と転動体を構成する素材とを、線膨張係数を基準として選択し、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 を0.4～1.3とする。このことにより、転動装置の温度が変動した際の内部すきま、予圧、あるいは嵌め合い応力等の変化が緩和されるので、温度が変動しても安

定した回転性能を有する転動装置とすることができる。

【0012】

温度の変動に伴う回転性能の変化をより小さくするためには、前記比 α_2 / α_1 を 0.7~1.3 とすることがより好ましい。また、予圧の変化を抑えるためには、前記比 α_2 / α_1 は 1.0 とすることが最も好ましい。

なお、内方部材、外方部材を構成するチタン合金の種類は、前記比 α_2 / α_1 の条件を満たすものであれば特に限定されるものではない。ただし、合金成分や金属組織の状態によっても異なるが、線膨張係数 α_1 が $8.4 \sim 9.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度のものがよく使用される。特に、溶体化処理及び時効処理を施すことによって硬度が Hv 400 以上に向上する β 型又は $\alpha + \beta$ 型チタン合金が好ましい。具体的には、Ti-22V-4Al, Ti-15Mo-5Zr-3Al, Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al 等の β 型チタン合金や、Ti-6Al-4V 等の $\alpha + \beta$ 型チタン合金があげられる。

【0013】

また、転動体を構成する素材の種類も、前記比 α_2 / α_1 の条件を満たすものであれば特に限定されるものではない。ただし、耐食性あるいは非磁性が要求される用途では、炭化ケイ素系セラミックス、アルミナ系セラミックス、部分安定化ジルコニア系セラミックス等のセラミックス材料が好ましい。また、耐摩耗性が要求される用途では、WC-Co 系等の超硬合金や、TiC-Ni 系等のサーメットなどが好ましい。

【0014】

また、転動体が線膨張係数の小さい材料で構成され、且つ、線膨張係数の大きい材料で構成された軸に転動装置が嵌合される場合は、転動体と軸との間の線膨張係数の差が大きいため、温度の変動に伴う回転性能の変化（特に、すきまの変化）が生じやすい。このような場合には、転動体と軸との間に介在する内方部材を前述のようなチタン合金で構成し、内方部材を構成するチタン合金の線膨張係数 α_1 を、転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 と軸を構成する素材の線膨張係数 α_3 との間の値とすることによって、温度の変動に伴う回転性能の変化を抑制することができる。

【0015】

例えば、軸をSUS420J2、SUS440C、SCr430等で構成し、内方部材を前述のチタン合金で構成し、転動体を炭化ケイ素系セラミックス、アルミナ系セラミックス、又はWC-Co系等の超硬合金で構成する等の組み合わせが好適である。

なお、本発明における転動装置としては、転がり軸受、ボールねじ、リニアガイド装置等があげられる。

【0016】

また、本発明における前記内方部材とは、転動装置が転がり軸受の場合には内輪、同じくりニアガイド装置の場合には案内レール、同じくボールねじの場合にはねじ軸を、それぞれ意味する。また、本発明における前記外方部材とは、転動装置が転がり軸受の場合には外輪、同じくボールねじの場合にはナット、同じくりニアガイド装置の場合にはスライダを、それぞれ意味する。

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明に係る転動装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明に係る転動装置の一実施形態である深溝玉軸受（軸受型番：608）の部分縦断面図である。

この深溝玉軸受は、内輪1と、外輪2と、内輪1と外輪2との間に転動自在に配設された複数の転動体3と、転動体3を保持するポリアミド樹脂製の保持器4と、ニトリルゴム製のシール5と、を備えている。また、内輪1と外輪2とシール5とで囲まれた空間には鉱油系のグリース6が充填され、シール5により深溝玉軸受内部に密封されている。

【0018】

そして、内輪1及び外輪2は表1に示すようなチタン合金で構成されている。すなわち、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であるTi-6Al-4Vや、 β 型チタン合金であるTi-15Mo-5Zr-3Al及びTi-22V-4Alが使用されている。

内輪1及び外輪2は、素材を旋削加工した後に溶体化処理及び時効処理を施し

、さらに研削加工して製造されたものである。

【0019】

Ti-6Al-4Vで構成されている場合は、920～1000℃で溶体化処理し、450～550℃で5～20時間時効処理した。また、Ti-15Mo-5Zr-3Alで構成されている場合は、770～850℃で溶体化処理し、400～500℃で10～60時間時効処理した。また、Ti-22V-4Alで構成されている場合は、700～800℃で溶体化処理し、400～500℃で5～40時間時効処理した。

【0020】

この溶体化処理は、所定の温度で1時間保持した後、水冷することにより行なった。また、時効処理は、所定の温度で所定の時間保持後、炉冷することにより行なった。このような熱処理を行なうことによって、内輪1及び外輪2の表面硬さはHv400以上となっている。

また、転動体3は表1に示すようなセラミックス等で構成されている。すなわち、炭化ケイ素系セラミックス、ジルコニア系セラミックス、アルミナ系セラミックス、WC-Co系超硬合金、TiC-Ni系サーメットが使用される。

【0021】

なお、この深溝玉軸受は図示しない軸に嵌合されていて、この軸は線膨張係数が $12.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のSCR430鋼で構成されている。

【0022】

【表1】

	内輪・外輪	転動体	α_2 / α_1	転がり寿命
実施例1	Ti-6Al-4V	炭化ケイ素系セラミックス	0.4	2.0
実施例2	Ti-6Al-4V	ジルコニア系セラミックス	1.2	2.6
実施例3	Ti-15Mo-5Zr-3Al	WC-Co系超硬合金	0.7	2.5
実施例4	Ti-15Mo-5Zr-3Al	炭化ケイ素系セラミックス	0.5	2.1
実施例5	Ti-15Mo-5Zr-3Al	アルミナ系セラミックス	0.9	2.8
実施例6	Ti-15Mo-5Zr-3Al	ジルコニア系セラミックス	1.3	2.3
実施例7	Ti-22V-4Al	TiC-Ni系サーメット	0.9	2.5
実施例8	Ti-22V-4Al	アルミナ系セラミックス	0.9	2.7
比較例1	Ti-6Al-4V	窒化ケイ素系セラミックス	0.3	1.0
比較例2	Ti-15Mo-5Zr-3Al	SUJ2	1.4	1.2
比較例3	Ti-22V-4Al	SUJ2	1.5	0.9
比較例4	ベリリウム銅	炭化ケイ素系セラミックス	0.2	0.3
比較例5	ベリリウム銅	WC-Co系超硬合金	0.3	0.5
比較例6	SUS630	窒化ケイ素系セラミックス	0.3	1.2

【0023】

次に、上記のような深溝玉軸受（実施例1～8及び比較例1～6）について、環境温度を50～110℃の間で変動させながら回転試験を行い、その転がり寿命を評価した結果について説明する。

環境温度を変動させるパターンは、図2に示すパターンを1サイクルとして繰

り返すものである。なお、ラジアル荷重は49Nで、回転速度は1000min⁻¹である。そして、振動値が回転試験開始直後（初期値）の2倍に上昇するまでの回転時間を玉軸受の転がり寿命とした。なお、表1及び後述する図3のグラフに示した転がり寿命は、比較例1の軸受の転がり寿命を1.0とした場合の相対値で示してある。

【0024】

実施例1～8の玉軸受は、軌道輪（内輪1及び外輪2）が所定の熱処理が施されたチタン合金で構成され、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と転動体3を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2/α_1 が0.4～1.3とされている。そのため、深溝玉軸受の使用環境温度に変動が生じて、それに伴う内部すきま、予圧、あるいは嵌め合い応力等の変化が緩和されるので、温度に変動があっても玉軸受の回転性能が安定している。したがって、転がり寿命が長寿命となる。

【0025】

それに対して比較例1～3は、軌道輪はチタン合金で構成されているが、転動体3は線膨張係数が小さい窒化ケイ素系セラミックスや、線膨張係数が大きい高炭素クロム軸受鋼SUS2で構成されているため、比 α_2/α_1 が0.4未満又は1.3超過となっている。よって、深溝玉軸受の使用環境温度に変動が生じた場合に、熱膨張によって回転性能が変化しやすいので、転がり寿命が短い。

【0026】

また、比較例4～5は、線膨張係数が $17.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と非常に大きいベリリウム銅で軌道輪が構成されているため、比 α_2/α_1 が0.4未満となっている。よって、深溝玉軸受の使用環境温度に変動が生じた場合に、熱膨張によって回転性能が変化しやすいので、転がり寿命が短い。

さらに、比較例6は、軌道輪がSUS630ステンレス鋼で構成されている。SUS630ステンレス鋼を使用した場合も比 α_2/α_1 が0.4未満となるため、深溝玉軸受の使用環境温度に変動が生じた場合に、熱膨張によって回転性能が変化しやすく、転がり寿命が短い。

【0027】

図3は、軌道輪（内輪1及び外輪2）を構成する素材の線膨張係数 α_1 と転動

体 3 を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 と、転がり寿命との相関を示すグラフである。このグラフから、比 α_2 / α_1 が 0.4 ~ 1.3 の範囲内であれば、転がり寿命が優れていることが分かる。そして、0.7 ~ 1.3 の範囲内において、転がり寿命が特に優れていることが分かる。

【0028】

なお、本実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

例えば、軌道輪を構成するチタン合金の種類や転動体を構成する素材の種類、さらにはそれらの組み合わせは、前述の線膨張係数の比 α_2 / α_1 の条件を満たすものであれば、表 1 に記載のものに限定されるものではない。

【0029】

また、本実施形態においては、転動装置として深溝玉軸受を例示して説明したが、本発明は、他の種類の転がり軸受に対して適用可能であることは言うまでもない。具体的には、アンギュラ玉軸受、円筒ころ軸受、円すいころ軸受、針状ころ軸受、自動調心ころ軸受等のラジアル形の転がり軸受や、スラスト玉軸受、スラストころ軸受等のスラスト形の転がり軸受である。

【0030】

さらに、本発明は、転がり軸受のみならず他の種類の様々な転動装置に対して適用することができる。例えば、ボールねじ、リニアガイド装置等の直動案内装置にも好適に適用可能である。

【0031】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明に係る転動装置は、内方部材及び外方部材の少なくとも一方を β 型又は $\alpha + \beta$ 型チタン合金で構成し、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 を 0.4 ~ 1.3 としたので、転動装置の温度が変動した際の内部すきま、予圧、あるいは嵌め合い応力等の変化が緩和される。よって、転動装置の温度に変動があっても、該転動装置の回転性能が安定していて長寿命である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る転動装置の一実施形態である深溝玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

【図2】

回転試験における環境温度の変動パターンを示す模式図である。

【図3】

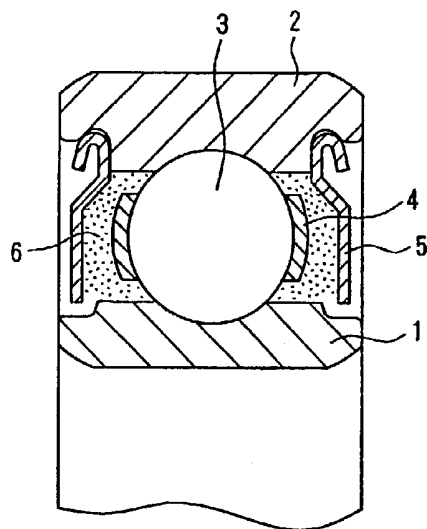
軌道輪を構成する素材の線膨張係数 α_1 と転動体を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 と、転がり寿命との相関を示すグラフである。

【符号の説明】

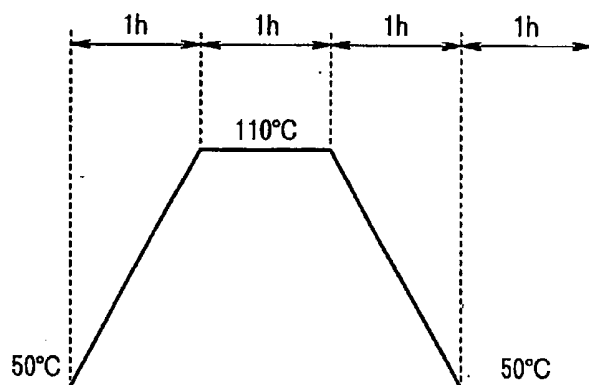
- | | |
|---|-----|
| 1 | 内輪 |
| 2 | 外輪 |
| 3 | 転動体 |

【書類名】 図面

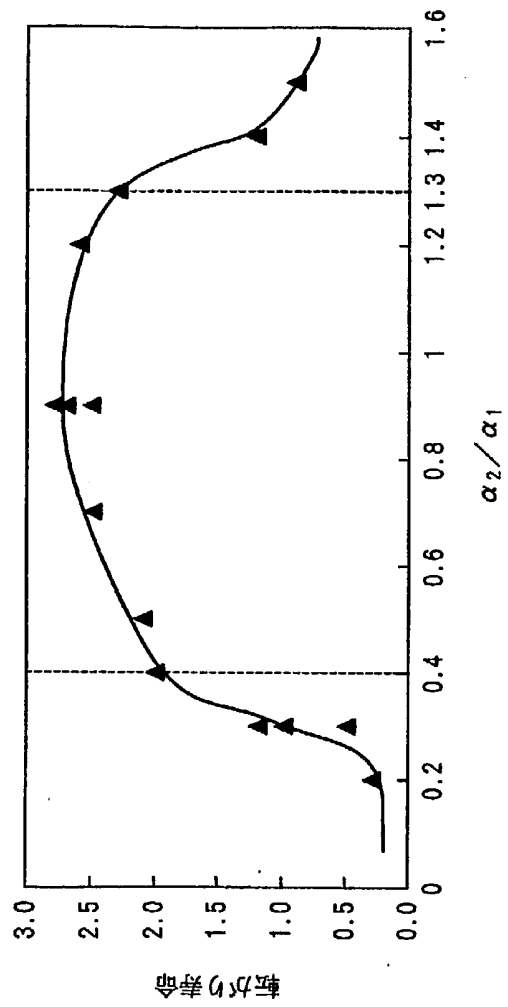
【図 1】



【図 2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 腐食性環境下、非磁性が要求される環境下等のような特殊環境下において好適に使用可能で、しかも、使用環境温度が変化する場合でも内部すきま、予圧、嵌め合い応力等の変動が小さく長寿命な転動装置を提供する。

【解決手段】 内輪1と、外輪2と、内輪1と外輪2との間に転動自在に配設された複数の転動体3と、を備える深溝玉軸受において、内輪1及び外輪2を β 型又は $\alpha + \beta$ 型チタン合金で構成し、前記チタン合金の線膨張係数 α_1 と転動体3を構成する素材の線膨張係数 α_2 との比 α_2 / α_1 を0.4～1.3とした。

【選択図】 図1

特2001-146044

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社